【288】

氏　名（本籍）	上　條　憲　一（東 京 都）（かみ　じょう　けん　いち）
学 位 の 種 類	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	博　乙　第　2034　号
学位授与年月日	平成 16 年 4 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科
学 位 論 文 題 目	**等価電流双極子推定法による脳機能マッピングの高速化とその応用**

主　査	筑波大学教授	工学博士	平　井　有　三
副　査	筑波大学教授	工学博士	寅　市　和　男
副　査	筑波大学教授	工学博士	北　脇　信　彦
副　査	筑波大学教授	工学博士	椎　名　　毅
副　査	筑波大学教授	博士（工学）	福　井　幸　男

論　文　の　内　容　の　要　旨

本論文は，無侵襲で脳内神経活動源を推定し，解剖学的情報と有機的に統合することにより脳機能マッピングを行う手法の一つである，脳内等価電流双極子推定法に関するものである。本研究では，双極子推定に必要な最適化問題を数値計算的手法とニューラルネットワークを組み合わせた NNN（Neural Network and Numerical Analysis）法で解くことを提案し，脳内等価電流双極子推定法の高速化とパソコンベースのシステム開発を行い，その有効性を示した。また，生理学的知見を制約とした等価電流双極子推定法を提案し，多チャンネル事象関連電位の解析に適用し，その有効性を示した。さらに，ユーザの意図を脳内神経活動源から推定する，Brain-Computer Interface の実現可能性を議論している。

本論文は, 5 章からなる。第 1 章は序章であり, 本研究の目的などが述べられている。第 2 章は, 脳機能マッピングの手法が概説され，本研究の主題である脳内等価電流双極子推定法の位置づけが示されている。

第 3 章では，ニューラルネットワークと数値計算的手法を組み合わせた等価電流双極子推定法（NNN 法）が提案されている。数値計算的手法では局所解に陥ることが多く計算時間がかかる反面，高い精度で電流源が推定できることが，またニューラルネットワークによる解法では高速で，ほぼ妥当な解が得られることを明らかにした。ニューラルネットワークの出力を数値計算法の初期値とする NNN 法により，数値計算と同じ精度で 100 倍高速に解を得ることができることが示されている。本手法を利用したパソコンベースの脳機能解析システムの開発事例が報告されている。また，ニューラルネットワークのハードウエアを利用した解法も示されている。

第 4 章では，低頻度あるいは新規刺激に対して現れる事象関連電位 P300 成分の解析を対象に，等価電流双極子推定法を多チャンネル事象関連電位の解析に応用するための問題点を考察し，生理学的知見を制約とした複数等価電流双極子推定法を提案している。ボタン押しタスクによる解析では，一次運動野か感覚運動野に双極子が含まれる 4 双極子問題を解くことにより，タスク遂行時に活動している脳の領域を明らかにした。また，サイレントカウンティングタスクでは，左前頭部に双極子が含まれている複数双極子の解から，

活動領域を明らかにした。これらの結果から，両タスクに共通する活動源は，前頭と海馬と皮質下に推定できることを明らかにした。さらに，左右の手を握る動作をイメージしたときの事象関連電位解析から，P31の双極子が対側の運動前野に推定できることが示され，BCI の実現可能性について議論されている。

第 5 章では，本論文のまとめと今後の課題が示されている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は，等価電流双極子推定法による脳機能マッピングについて，数値計算的手法にニューラルネットワークを組み合わせることによる計算の高速化と，生理学的知見を制約とした複数双極子推定への拡張に関するものである。前者の研究はパソコンベースのシステムとして開発されるほど完成度が高いものとして高く評価される。また，後者の研究は脳波をコミュニケーションの道具として利用するための基礎研究として高く評価できる。脳波にはまだ不明な点が数多く存在する。今後，本手法の信頼性を更に検証し，有効なものへと発展させていくことを期待する。

よって，著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。